

ACCELERATION SENSOR

Patent number: JP2000097707
Publication date: 2000-04-07
Inventor: YANAI MASAKI; ISHIKAWA HIROSHI; SATO YOSHIO
Applicant: FUJITSU LTD
Classification:
- international: G01C19/56; G01P9/04
- european:
Application number: JP19980265055 19980918
Priority number(s):

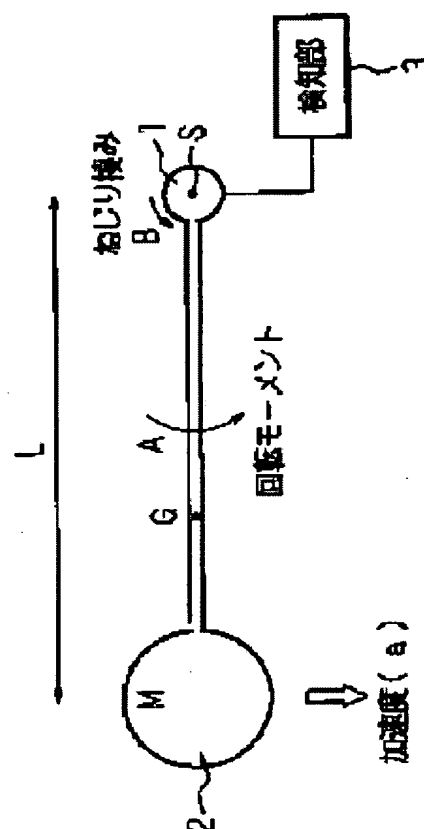
Also published

 DE1994

Abstract of JP2000097707

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an acceleration sensor capable of detecting the acceleration (acceleration of a linear motion) in one direction with high precision and a small-sized constitution.

SOLUTION: In the case of applying an acceleration of one direction (a direction of an arrow of omitted inside) to a vibrator 1 and a weight 2 connected to the vibrator 1, a moment of rotation is applied to the vibrator 1 caused by the deviation of a supporting point S from the center of gravity G, a feature amount corresponding to the angular moment is sensed by a sensor 3, and the acceleration of a linear motion is detected.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-97707

(P2000-97707A)

(43)公開日 平成12年4月7日(2000.4.7)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 C 19/56		G 0 1 C 19/56	2 F 1 0 5
G 0 1 P 9/04		G 0 1 P 9/04	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21)出願番号	特願平10-265055	(71)出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号
(22)出願日	平成10年9月18日(1998.9.18)	(72)発明者	谷内 雅紀 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内
		(72)発明者	石川 寛 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内
		(74)代理人	100078868 弁理士 河野 登夫

最終頁に続く

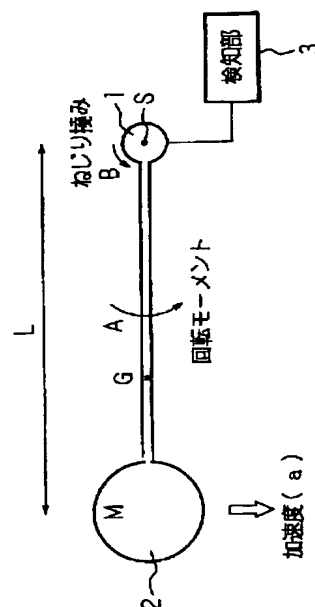
(54)【発明の名称】 加速度センサ

(57)【要約】

【課題】 小型の構成にて精度良く一方向の加速度(直線運動の加速度)を検出できる加速度センサを提供する。

【解決手段】 振動子1とそれに連なる重り部2とに一方向の加速度(白抜矢符方向)が加わった場合、支持点Sと重心Gとの違いによって、振動子1に回転モーメントが発生し、その回転モーメントに応じた特徴量を検知部3で検知して直線運動の加速度を検出する。

本発明の加速度センサの検出原理を示す説明図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 加速度を検出する加速度センサにおいて、振動子と、該振動子に連なっており、前記振動子に自身を加えたものの重心位置と異なる位置で支持されている重り部と、前記振動子及び重り部に一方の加速度が加わった場合に前記振動子に発生する回転モーメントに応じた特徴量を検知する検知部とを備えることを特徴とする加速度センサ。

【請求項2】 前記振動子は圧電体からなるねじり振動子であり、前記特徴量は回転モーメントに応じた前記ねじり振動子の電圧である請求項1記載の加速度センサ。

【請求項3】 加速度を検出する加速度センサにおいて、振動子と、該振動子に連なっており、前記振動子に自身を加えたものの重心位置と異なる位置で支持されている重り部と、前記振動子が一定方向に振動している状態で、前記振動子及び重り部に一方の加速度が加わった場合に前記振動子に発生する回転角速度によって生じるコリオリ力を検知する検知部とを備えることを特徴とする加速度センサ。

【請求項4】 前記回転角速度の回転軸と前記コリオリ力の検知軸とが同一の方向である請求項3記載の加速度センサ。

【請求項5】 前記重り部の少なくとも一部が弾性体である請求項3記載の加速度センサ。

【請求項6】 加速度を検出する加速度センサにおいて、ある点で支持された第1振動子を有し、該第1振動子が支持されている位置とそれ自身の重心位置とが異なっており、一方の加速度が加わった場合に前記第1振動子に回転角速度が発生する第1センサと、ある点で支持された第2振動子を有し、該第2振動子が支持されている位置とそれ自身の重心位置とが同一であり、一方の加速度が加わった場合に前記第2振動子に回転角速度が発生しない第2センサと、前記第1センサの出力と前記第2センサの出力との差を求める差分検出器とを備えることを特徴とする加速度センサ。

【請求項7】 前記第1センサの回転角速度の回転軸と前記第2センサの回転角速度の回転軸とが同一方向である請求項6記載の加速度センサ。

【請求項8】 前記第1振動子の特性と前記第2振動子の特性とが同一である請求項6または7記載の加速度センサ。

【請求項9】 請求項6、7及び8の何れかに記載の前記第1センサ、第2センサ及び差分検出器からなる組を複数組備えることを特徴とする加速度センサ。

【請求項10】 前記第1センサ、第2センサ及び差分検出器からなる組が3組であり、各組における加速度の検出方向が互いに直交するようにその3組を配置してある請求項9記載の加速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加速度センサに関し、特に、一方の加速度（直線運動の加速度）を検出する加速度センサに関する。

【0002】

【従来の技術】加速度を検出する小型の加速度センサは従来から種々の方式のものが実用化されている。例えば、片持ち梁の加速度センサとしては、支持体にて圧電体を片持支持させ、加速度の発生に応じた圧電体の歪みによって生じた電圧を検知して加速度を検出するような構成にした加速度センサ、支持体にて半導体を片持支持させ、加速度の発生に応じた半導体の歪みによる抵抗値の変化を検知して加速度を検出するような構成にした加速度センサ等が知られている。また、光ファイバジャイロの慣性を利用して、加速度を検出する加速度センサも提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述したような片持ち梁の加速度センサの場合、構造体（圧電体または半導体）を歪ませるためには、その構造体の質量を大きくして応力を大きくする必要がある。よって、検出精度を高めるためには、重量化及び大型化を避けることができない。また、光ファイバジャイロを用いる加速度センサでは、小型化を図るために光ファイバの径を小さくすると検出精度が低くなる、更に、1個の加速度センサで一方の加速度と回転角速度との分離を行えず、実用化には問題がある。

【0004】本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、小型の構成にて精度良く一方の加速度を検出できる加速度センサを提供することを目的とする。

【0005】本発明の他の目的は、1個の加速度センサにて一方の加速度と回転角速度とを分離でき、正確に一方の加速度を検出できる加速度センサを提供することにある。

【0006】本発明の更に他の目的は、3次元それぞれの方向の加速度を同時に検出できる加速度センサを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る加速度センサは、加速度を検出する加速度センサにおいて、振動子と、該振動子に連なっており、前記振動子に自身を加えたものの重心位置と異なる位置で支持されている重り部と、前記振動子及び重り部に一方の加速度が加わった場合に前記振動子に発生する回転モーメントに応じた特徴量を検知する検知部とを備えることを特徴とする。

【0008】図1は、本発明の加速度センサの検出原理を示す説明図である。本発明の加速度センサは、振動子1とこれに連なる重り部2と検知部3とを有する。重り部2は支持点Sで支持されており、この支持点Sの位置は、振動子1及び重り部2の重心Gの位置と異なっている。このような加速度センサが一方の加速度（図1白

抜矢方向)を受けた場合、支持点Sを中心とした回転モーメント(図1矢符A、大きさ MLa (但し、 M :重り部2の質量、 L :支持点Sから重り部2の重心までの距離、 a :加えられた加速度))が生じる。この回転モーメントによって振動子1にねじり撓み(図1矢符B)が発生する。検知部3はこのような回転モーメントに応じた特徴量を検知する。回転モーメントの大きさは、検出対象の加速度の大きさに比例するので、この特徴量を検知することによって、加速度を検出できる。

【0009】請求項2に係る加速度センサは、請求項1において、前記振動子は圧電体からなるねじり振動子であり、前記特徴量は回転モーメントに応じた前記ねじり振動子の電圧であることを特徴とする。

【0010】振動子として圧電体のねじり振動子を使用し、回転モーメントに応じた出力電圧の差を検知して加速度を検出する。よって、振動子を簡素な構成にできる。

【0011】請求項3に係る加速度センサは、加速度を検出する加速度センサにおいて、振動子と、該振動子に連なっており、前記振動子に自身を加えたものの重心位置と異なる位置で支持されている重り部と、前記振動子が一定方向に振動している状態で、前記振動子及び重り部に一方の加速度が加わった場合に前記振動子に発生する回転角速度によって生じるコリオリ力を検知する検知部とを備えることを特徴とする。

【0012】振動子を振動させておき、一方の加速度を受けた場合、回転モーメントによって振動子に回転角速度が発生し、その回転角速度によって振動子の振動方向と直交するコリオリ力が生じる。このコリオリ力を検知して加速度を検出する。よって、簡単な構成で加速度を検出できる。

【0013】請求項4に係る加速度センサは、請求項3において、前記回転角速度の回転軸と前記コリオリ力の検知軸とが同一の方向であることを特徴とする。

【0014】回転角速度の回転軸とコリオリ力の検知軸とを同一の方向としており、回転モーメントによって振動子に発生した回転角速度による正確なコリオリ力を検知でき、加速度の検出精度が向上する。

【0015】請求項5に係る加速度センサは、請求項3において、前記重り部の少なくとも一部が弾性体であることを特徴とする。

【0016】重り部の少なくとも一部が弾性体であるので、回転モーメントによって発生する回転角速度を大きくできる。

【0017】請求項6に係る加速度センサは、加速度を検出する加速度センサにおいて、ある点で支持された第1振動子を有し、該第1振動子が支持されている位置とそれ自身の重心位置とが異なっており、一方の加速度が加わった場合に前記第1振動子に回転角速度が発生する第1センサと、ある点で支持された第2振動子を有

し、該第2振動子が支持されている位置と自身の重心位置とが同一であり、一方の加速度が加わった場合に前記第2振動子に回転角速度が発生しない第2センサと、前記第1センサの出力と前記第2センサの出力との差を求める差分検出器とを備えることを特徴とする。

【0018】支持位置と重心位置とを異ならせて一方の加速度に応じた回転角速度を発生する第1センサの出力と、支持位置と重心位置とを同一にして一方の加速度に応じて回転角速度を発生しない第2センサの出力との差を求める。第1センサの出力には、系全体の回転運動に応じた成分と一方の加速度に応じた成分とが含まれ、第2センサの出力には、系全体の回転運動に応じた成分しか含まれない。よって、第1センサの出力、第2センサの出力の差を求めることにより、一方の加速度に応じた成分のみを検出でき、系全体が回転していても、1個の加速度センサにて、一方の加速度を正確に検出できる。また、系全体の回転運動と直線運動とを分離することができる。

【0019】請求項7に係る加速度センサは、請求項6において、前記第1センサの回転角速度の回転軸と前記第2センサの回転角速度の回転軸とが同一方向であることを特徴とする。

【0020】第1センサの回転角速度の回転軸と第2センサの回転角速度の回転軸とを同一方向としており、一方の加速度に応じた成分を精度良く検出できる。

【0021】請求項8に係る加速度センサは、請求項6または7において、前記第1振動子の特性と前記第2振動子の特性とが同一であることを特徴とする。

【0022】第1センサ及び第2センサの特性(感度、周波数応答等)が同一であるので、系全体の回転運動に応じた成分も同一のものが検出され、一方の加速度に応じた成分を精度良く検出できる。

【0023】請求項9に係る加速度センサは、請求項6、7及び8の何れかに記載の前記第1センサ、第2センサ及び差分検出器からなる組を複数組備えることを特徴とする。

【0024】請求項10に係る加速度センサは、請求項9において、前記第1センサ、第2センサ及び差分検出器からなる組が3組であり、各組における加速度の検出方向が互いに直交するようにその3組を配置してあることを特徴とする。

【0025】第1センサ、第2センサ及び差分検出器からなる組を、検出軸を互いに直交させて2組設ける場合には、2次元方向の直線運動の加速度を平面的に同時に検出でき、検出軸を互いに直交させて3組設ける場合には、3次元方向の直線運動の加速度を立体的に同時に検出できる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明をその実施の形態を示す図面を参照して具体的に説明する。

【0027】(第1実施の形態)図2は、本発明の第1実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図である。この加速度センサは、直方体状の基台10(幅3mm、長さ8mm、高さ0.7mm)と、例えば165Y-LiNbO₃製の圧電体からなる直方体状の振動子11(幅3mm、長さ1.8mm、高さ0.5mm)と、例えば鉛ガラス製の直方体状の重り部12(幅3mm、長さ8mm、高さ1mm)とを有する。振動子11は重り部12の端部に、振動子11の3mm×0.5mmの面と重り部12の3mm×1mmの面とを面一にした態様で、連なっている。基台10は、重り部12と合同な最大面を対向させた態様で配置され、その端部に振動子11が支持されている。基台10には、振動子11の出力を取り出す出力電極10aとアース用のGND電極10bとが設けられている。

【0028】図3は、この振動子11の構成図である。振動子11は、2個のすべり振動子11a、11bを有するねじり振動子であり、2個の各すべり振動子11a、11bにおける異なる向きのすべり応力(図3の矢符)による電位差を検出するようにしている。

【0029】このような加速度センサにあって、一方の加速度(図2白抜矢符方向)を受けると、重心と支持点との位置ずれによって振動子11の支持点を中心とした回転モーメントが生じ、振動子11の2個の各すべり振動子11a、11bに異なる方向の横すべりが生じる。そして、この横すべりによるねじれ振動によって、すべり振動子11a、11b間に電位差が発生するので、この電位差を出力電極10aを介して検知することにより、加速度を検出する。

【0030】なお、上記例では、振動子11として、2個のすべり振動子11a、11bを有するねじり振動子を用いるようにしたが、ねじり振動音叉を振動子11として利用するようにしても良い。また、縦振動子を用いれば、縦方向の回転モーメントによる応力も検出できる。

【0031】(第2実施の形態)図4、図5は、本発明の第2実施の形態による加速度センサの構成を示す正面図、斜視図である。この加速度センサは、偏平な直方体状の基台20と、基台20にゴム材21により立設支持された例えばシリコンゴム製の弾性体からなる偏平な支持部22と、支持部22の先端に取り付けられており、音叉型振動子23を内蔵するジャイロ素子24とを有する。

【0032】図6は、このような加速度センサにおける加速度検出時の音叉型振動子23の状態を示す図である。加速度検出する間は、図6(a)に示すように、音叉型振動子23を常に一方(図6(a)白抜矢符方向)に励振させておく。そして、一方の加速度(図4、図5白抜矢符方向)を受けると、重心と支持点との位置ずれによって回転モーメント(回転角速度)が生じる。このような回転角速度が生じると、図6(b)に示すように、振動方向と直交する方向にコリオリ力(図6(b)白抜矢符方向、大きさ $F_c = 2mV\omega$ (m :音叉型振動子23

の質量、 V :振動速度、 ω :回転角速度))が生じる。そして、このコリオリ力を検知することにより、加速度を検出する。

【0033】加速度による回転モーメント(回転角速度)の回転軸(図5矢符C)と、音叉型振動子23に加わるコリオリ力の検知軸(図5矢符D)とは同一方向であり、コリオリ力を検知することにより加速度を正確に検出できる。また、支持部22に弾性体を使用しているの
10 で、支持部22の端に音叉型振動子23を設置する場合、支持部22に剛体を利用したときと比較して、同じ大きさの回転モーメントが生じても大きな回転角速度が発生することになって感度が向上する。

【0034】なお、上記例では、音叉型振動子23を用いるようにしたが、回転角速度に応じてコリオリ力を発生する構成であれば、角柱振動子、円柱振動子を使用するようにしても良い。また、支持部22を弾性体としたが、バネで支えられた剛体を用いても良い。この構成の場合には、音叉型振動子23はどこにおいてもその回転角速度の大きさは同じである。

【0035】(第3実施の形態)音叉型振動子を支持する基台が回転しない場合には、上述した第2実施の形態で正確に一方の加速度を検出することが可能である。しかしながら、この基台自体が回転する可能性も高い。このような場合には、その回転によるコリオリ力も音叉型振動子に発生するので、一方の加速度に起因するコリオリ力と、基台の回転に起因するコリオリ力とを分離しなければ、一方の正確な加速度を検出できないことになる。以下に示す第3実施の形態は、このような2種類のコリオリ力を分離して、基台が回転していても正確
20 に一方の加速度を検出できるようにした例である。

【0036】図7は、本発明の第3実施の形態による加速度センサの構成を示す模式図である。この加速度センサは、偏平な直方体状の基台30と、基台30にゴム材31により立設支持された例えばシリコンゴム製の弾性体からなる偏平な支持部32、及び、支持部32の先端に取り付けられており、音叉型振動子33を内蔵するジャイロ素子34を有する第1センサ35と、基台30に金属材36により固定されてあり、音叉型振動子37を内蔵するジャイロ素子38を有する第2センサ39と、第1センサ35の出力及び第2
40 センサ39の出力の差を求める差動増幅器40とを備える。この第1センサ35のジャイロ素子34と第2センサ39のジャイロ素子38とは、回転角速度に対する感度、周波数応答等の特性が全く同一であり、また、それらのコリオリ力の検知軸(図7矢符E、F)の方向も同一であり、同じ大きさの回転角速度に対して同じ大きさのコリオリ力を発生する。

【0037】第1センサ35は、前述した第2実施の形態における加速度センサと同様の構成をなし、支持点の位置と重心の位置とが異なっており、一方の加速度(図7白抜矢符方向)を受けた場合に回転モーメントが発生

する。これに対して、第2センサ39は、支持点の位置と重心の位置とが同一であり、一方向の加速度を受けても回転モーメントが発生しない。

【0038】基台30が回転している状態で、一方向の加速度（図7白抜矢符方向）を受けると、第1センサ35では重心と支持点との位置ずれによって回転モーメント

（回転角速度）が生じる。そして、一方向の加速度によるこの回転角速度により、第2実施の形態と同様に、コリオリ力が音叉型振動子33に発生すると共に、基台30の回転による回転角速度によっても、コリオリ力が音叉型振動子33に発生する。これらの2種類のコリオリ力を加えた電気信号が、差動増幅器40に出力される。

【0039】一方、基台30が回転している状態で、このような一方向の加速度を受けても、第2センサ39では、支持点の位置と重心の位置とが同一であるので、その加速度に起因する回転モーメント（回転角速度）は生じず、基台30の回転運動に起因するコリオリ力のみが音叉型振動子37に発生する。このコリオリ力の大きさは、第1センサ35における基台30の回転運動に起因するコリオリ力の大きさに等しい。そして、このコリオリ力に応じた電気信号が、差動増幅器40及び外部に出力される。

【0040】差動増幅器40では、第1センサ35からの出力と第2センサ39からの出力との差を求め、その差を適当な大きさに増幅して出力する。よって、差動増幅器40からの出力は、一方向の加速度によるコリオリ力のみを示すものとなり、この出力を検知することにより、加速度を検出する。この結果、差動増幅器40の出力により直線運動の状態を把握でき、第2センサ39からの出力により回転運動の状態を把握できる。

【0041】以上のように、第3実施の形態では、全体に回転運動が生じていても、一方向の加速度を正確に検出することができる。また、動きの種類を直線運動と回転運動とに分離することも可能となる。

【0042】（第4実施の形態）図8は、本発明の第4実施の形態による加速度センサの構成を示す模式図である。第4実施の形態では、3次元の各方向（X方向、Y方向、Z方向）における加速度を同時に検出する例である。

【0043】この加速度センサは、第3実施の形態で説明した第1センサ35、第2センサ39及び差動増幅器40を有する3組の加速度センサを、互いの加速度検出方向を直交させて備えている。1組の加速度センサは、加速度の検出方向をX方向に合わせて第1センサ35及び第2センサ39を設けており、他の1組の加速度センサは、加速度の検出方向をY方向に合わせて第1センサ35及び第2センサ39を設けており、更に他の1組の加速度センサは、加速度の検出方向をZ方向に合わせて第1センサ35及び第2センサ39を設けている。なお、各組の加速度センサの構成、動作は、第3実施の形態での加速度センサと同じである。但し、図8では差動増幅器の図示を省略

している。

【0044】このような構成にすることにより、X方向の直線加速度、Y方向の直線加速度及びZ方向の直線加速度を同時に検出できる。また、直線運動と回転運動とを立体的に捉えることができる。

【0045】

【発明の効果】以上のように、本発明では、一方向の加速度が加えられた際に振動子に発生する回転モーメントの特徴量を検知して、その加速度を検出するようにしたので、小型の構成にて精度良く一方向の加速度を検出することが可能である。

【0046】また、一方向の加速度が加えられた際に、振動させている振動子に発生する回転モーメントによるコリオリ力を検知して、その加速度を検出するようにしたので、系全体が回転していても、正確に一方向の加速度を検出できる。

【0047】更に、3組の加速度センサを、その検出方向を互いに直交させて配置するようにしたので、3次元それぞれの方向の加速度を同時に検出できる。

【0048】このように、本発明の加速度センサは、応力歪みを利用することなく、直線方向の加速度を検出でき、加速度センサの新規応用分野への適用を期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の加速度センサの検出原理を示す説明図である。

【図2】第1実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図3】第1実施の形態における振動子（ねじり振動子）の構成図である。

【図4】第2実施の形態による加速度センサの構成を示す正面図である。

【図5】第2実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図である。

【図6】加速度検出時の音叉型振動子の状態を示す図である。

【図7】第3実施の形態による加速度センサの構成を示す模式図である。

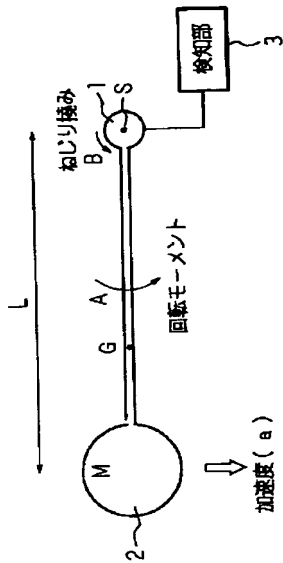
【図8】第4実施の形態による加速度センサの構成を示す模式図である。

【符号の説明】

- 1 振動子
- 2 重り部
- 3 検知部
- 11 振動子（ねじり振動子）
- 12 重り部
- 23, 33, 37 音叉型振動子
- 24, 34, 38 ジャイロ素子
- 35 第1センサ
- 39 第2センサ

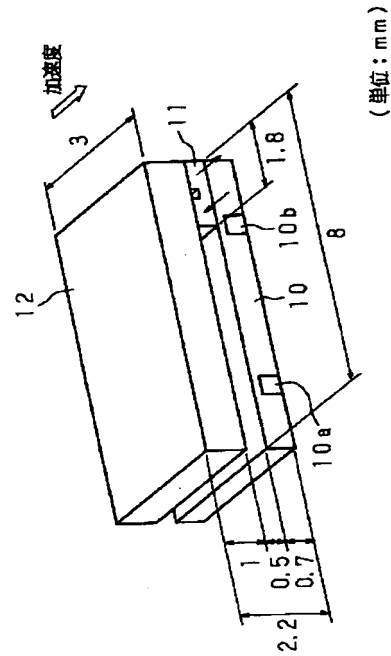
【図1】

本発明の加速度センサの検出原理を示す説明図



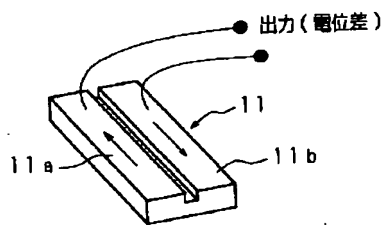
【図2】

第1実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図



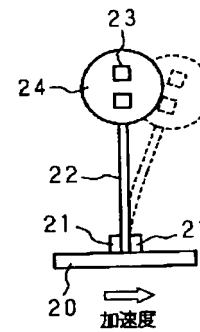
【図3】

第1実施の形態における振動子（ねじり振動子）の構成図



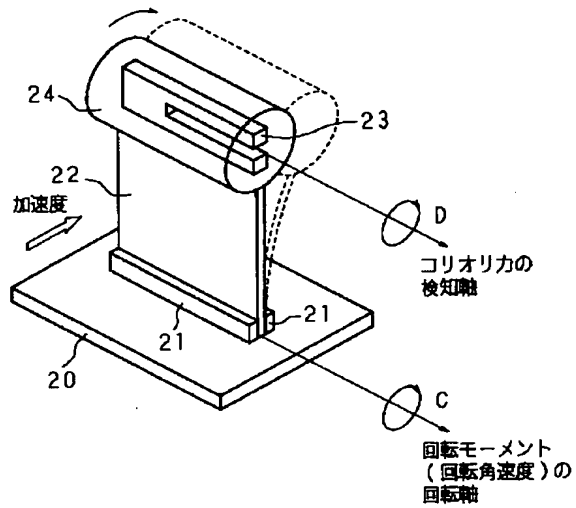
【図4】

第2実施の形態による加速度センサの構成を示す正面図



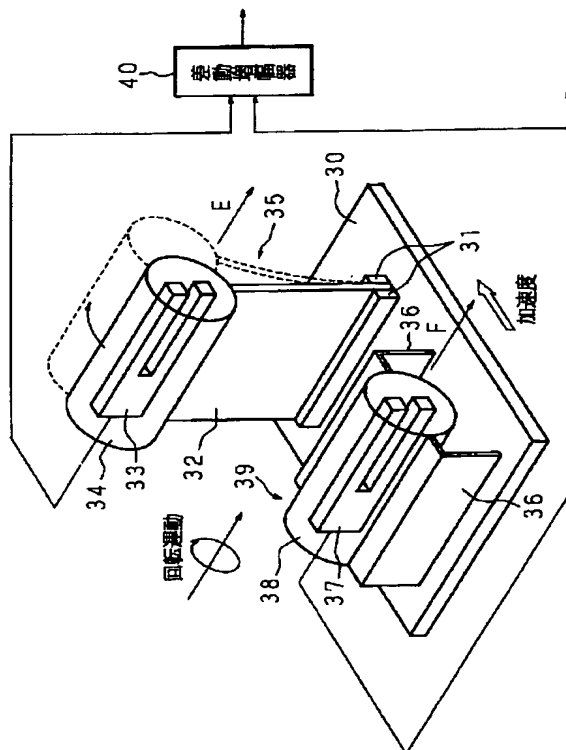
【図5】

第2実施の形態による加速度センサの構成を示す斜視図



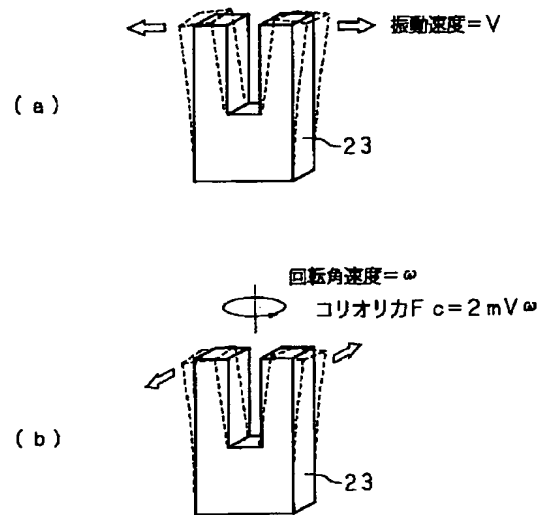
【図7】

第3実施の形態による加速度センサの構成を示す模式図



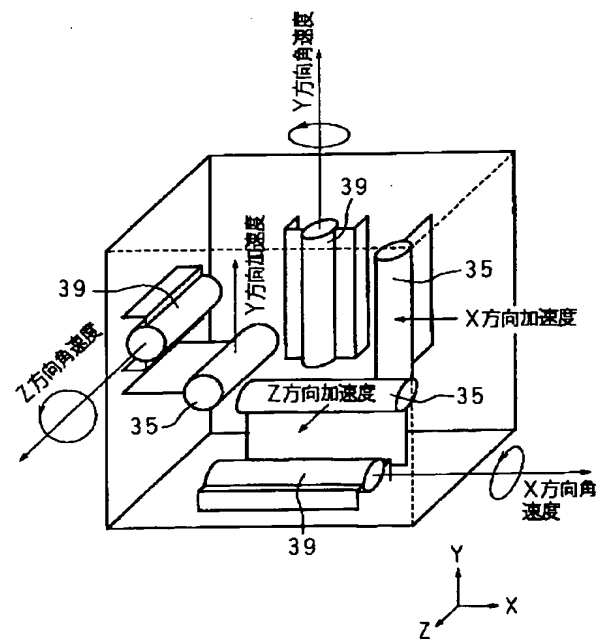
【図6】

加速度検出時の音叉型振動子の状態を示す図



【図8】

第4実施の形態による加速度センサの構成を示す模式図



(8)

特開2000-97707

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 良夫
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 2F105 BB02 BB13 BB17 BB20 CC01
CC04 CC11 CD02 CD06 CD13